

PENGARUH KONSENTRASI BAHAN KIMIA MALEAT ANHIDRIDA TERHADAP GONDORUKEN MALEAT DARI GETAH *PINUS MERKUSII*

*(Effect of Maleic Anhydride Concentration on Properties of Maleo-pimaric Rosin
Directly Made from Merkus Pine Resin)*

Oleh / By
Bambang Wiyono

ABSTRACT

*This research aimed to look at the influence of maleic anhydride concentration on yield and properties of maleopimaric rosin directly processed from pine (**Pinus merkusii**) resin. In this process, pine resin was added with maleic anhydride solution, turpentine oil and water. A mixture was afterward distilled for 5 hours in total, covering 2 hours to reach the temperature 175 °C and 3 hours to maintain this temperature. The maleic anhydride concentration used in this research varied 0, 4, 6, 8, 10 and 12%, respectively. Maleopimaric rosins were then tested of their physico-chemical properties, and the obtained data were analysed using the GLM (Generated linear model) procedure in a computer package.*

Results of the research indicated that addition of maleic anhydride into pine resin during its processing increased yield and improved the acid and saponification values of the resulting maleopimaric rosin. It was also tended to increase impurities content in maleopimaric rosin. This product had a similar colour quality to WW standard rosin and had better quality compared to Chinese and American maleopimaric rosin. Processing pine resin with the addition of maleic anhydride at 6% gave a quality that fulfilled the requirement of Chinese and American maleopimaric rosin softening point. Meanwhile, the addition of maleic anhydride at 12% gave a similarity to the first quality of American maleopimaric rosin. Based on the acid and saponification values, the maleopimaric rosin of that resulted in this research fulfilled the requirement of the second quality of Chinese maleopimaric rosin.

Key words: *Maleic anhydride, merkus pine resin, distilling process, malepimaric rosin*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam maleat terhadap rendemen dan kualitas gondorukem maleat yang diolah langsung dari getah pinus. Dalam pengolahan getah pinus ditambah larutan asam maleat, minyak terpentin dan air secukupnya. Setelah itu disuling selama 5 jam, di mana untuk mencapai suhu 175°C diperkirakan memerlukan waktu 2 jam, lalu dijaga pada suhu tersebut selama 3 jam. Persentase asam maleat yang digunakan terdiri dari 0, 4, 6, 8, 10 dan 12%. Gondorukem maleat yang dihasilkan selanjutnya diuji rendemen dan sifat fisiko-kimianya. Data yang diperoleh dianalisis dengan prosedur GLM paket komputer.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan persentase asam maleat pada pengolahan getah pinus meningkatkan rendemen, titik lunak, bilangan asam dan bilangan penyabunan, serta cenderung meningkatkan kadar kotoran gondorukem maleat yang dihasilkan. Gondorukem maleat yang dihasilkan mempunyai kualitas WW dan kualitas ini lebih baik dibandingkan dengan gondorukem maleat produksi Cina dan Amerika. Pengolahan getah pinus dengan penambahan asam maleat 6% menghasilkan gondorukem maleat yang memenuhi persyaratan kualitas titik lunak gondorukem maleat dari Cina mau pun Amerika, sedangkan penambahan asam maleat 12% menghasilkan gondorukem maleat yang setara dengan kualitas pertama gondorukem maleat Amerika. Berdasarkan nilai bilangan asam dan bilangan penyabunan, gondorukem maleat yang dihasilkan dari penelitian ini sudah memenuhi persyaratan kualitas kedua dari gondorukem maleat produksi Cina.

Kata kunci: Asam maleat, getah pinus, penyulingan, gondorukem maleat

I. PENDAHULUAN

Getah pinus merupakan komoditi ekspor Indonesia sampai tahun 1993 (Coppen dan Hone, 1995), seperti dari Sumatra Barat, Sumatera Utara maupun Sulawesi Selatan. Getah pinus merupakan bahan baku dalam pembuatan gondorukem dan terpentin.

Pada penelitian tahun 2002 lalu telah diteliti pembuatan gondorukem modifikasi, yaitu gondorukem maleat dengan berbagai persentase asam maleat. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah gondorukem (Wiyono, 2002). Ditinjau dari titik lunak dan warnanya, hasilnya menunjukkan bahwa gondorukem maleat mempunyai titik lunak yang lebih tinggi dibandingkan gondorukem. Pada penelitian tersebut, pembuatan gondorukem maleat dilakukan setelah melalui proses penyulingan getah pinus, yaitu mengolah getah menjadi gondorukem (cara konvensional). Selanjutnya, gondorukem yang dihasilkan diolah lebih lanjut menjadi gondorukem maleat. Kegiatan pengolahan gondorukem maleat seperti ini tentunya memerlukan waktu, biaya dan tenaga yang lebih tinggi dan memungkinkan pula terjadinya degradasi pada komponen kimia penyusun gondorukem. Ada kemungkinan gondorukem maleat ini dapat dilakukan secara langsung dari getah pinus, sehingga apabila hal ini dapat dilakukan akan menghemat biaya, waktu dan tenaga.

Seperti halnya gondorukem, getah pinus mengandung sejumlah besar asam abietat (asam abietat, asam livomarat, polustrat, neoabietat, dehidroabietat dan tetrahidro abietat) dan asam pimarat (asam pimarat dan asam iso pimarat), di samping mengandung sejumlah bahan netral. Dalam proses pembuatan gondorukem maleat atau gondorukem fumarat, ikatan rangkap pada asam levopimarat dalam getah bereaksi dengan anhidrida asam maleat atau asam fumarat. Reaksi ini berlangsung sampai semua asam sudah dikonversi ke dalam asam levopimarat dan asam ini bereaksi dengan anhidrida asam maleat membentuk asam levopimarat maleat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam maleat terhadap rendemen dan kualitas gondorukem maleat. Sedangkan sasarannya adalah untuk memperoleh cara pengolahan gondorukem maleat yang paling efektif dibuat langsung dari getah pinus.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di areal hutan pinus PT Inhutani IV. Penelitian lapangan dilakukan dalam rangka pengumpulan data dan contoh getah pinus dari perusahaan tersebut. Contoh getah pinus dibawa ke laboratorium HHBK pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor untuk penelitian sesuai rencana.

B. Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan dan peralatan yang diperlukan di laboratorium terdiri dari contoh penelitian, bahan kimia, alat gelas dan kaca serta bahan penunjang. Contoh penelitian meliputi getah pinus, gondorukem dan terpentin. Bahan kimia antara lain adalah etanol, asam maleat, asam fumarat, toluena, indikator biru thymol dan phenolphtalein. Alat gelas dan kaca antara lain adalah alat penyuling, erlenmeyer, ekstraktor, gelas ukur, thermometer, ekstraktor sokslet, gelas ukur, neraca, piringan petri, oven, dll. Bahan penunjang antara lain meliputi akuades, kertas saring, kertas whatman, sikat, sabun, selang, kantong plastik, dll.

C. Prosedur Kerja

1. Pengolahan getah

Getah pinus sebanyak 100 gram ditambah larutan asam maleat (0, 4, 6, 8, 10 dan 12% dari berat getah) dan minyak terpentin secukupnya. Masing masing campuran lalu dipanaskan pada suhu 70°C selama 5-10 menit. Selanjutnya ditambahkan 0,1% asam oksalat, 0,15% garam dapur berdasarkan berat getah serta penambahan tanah diatomae sebanyak 0,5 gram. Kemudian getah yang telah encer disaring dengan saringan mesh 60 dan kain kasa. Setelah itu ditambahkan air sebanyak 1,5% dari berat getah, lalu disuling

selama 5 jam, di mana untuk mencapai suhu 175 °C diperkirakan selama 2 jam, dan dijaga pada suhu tersebut selama 3 jam. Pengawasan penyulingan perlu diperhatikan untuk menjaga agar air dalam labu tidak habis. Apabila hampir habis, ke dalam labu tersebut ditambahkan air secukupnya (Silitonga, 1973). Dalam penyulingan ini dihasilkan gondorukem maleat dan terpentin. Gondorukem maleat yang dihasilkan dimasukkan ke dalam wadah contoh yang terbuat dari aluminium foil untuk pengujian kualitas.

2. Pengujian kualitas gondorukem maleat

Gondorukem maleat yang dihasilkan dari penyulingan diuji sifat fisiko-kimia meliputi rendemen, warna, titik lunak, bilangan asam, kadar kotoran dan kadar abu menurut ASTM No. 4 (Anonim, 1972).

D. Analisis Data

Data yang dihasilkan akan dianalisis dengan menggunakan program General linear model (GLM), dan nilai rataannya dianalisis dengan metode Duncan menggunakan metode SAS dalam paket computer (Anonim, 1985). Hasil uji ini juga akan dibandingkan dengan standar gondorukem maleat China (Anonim, 2001^b) dan Amerika (Anonim, 2001^a).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rendemen

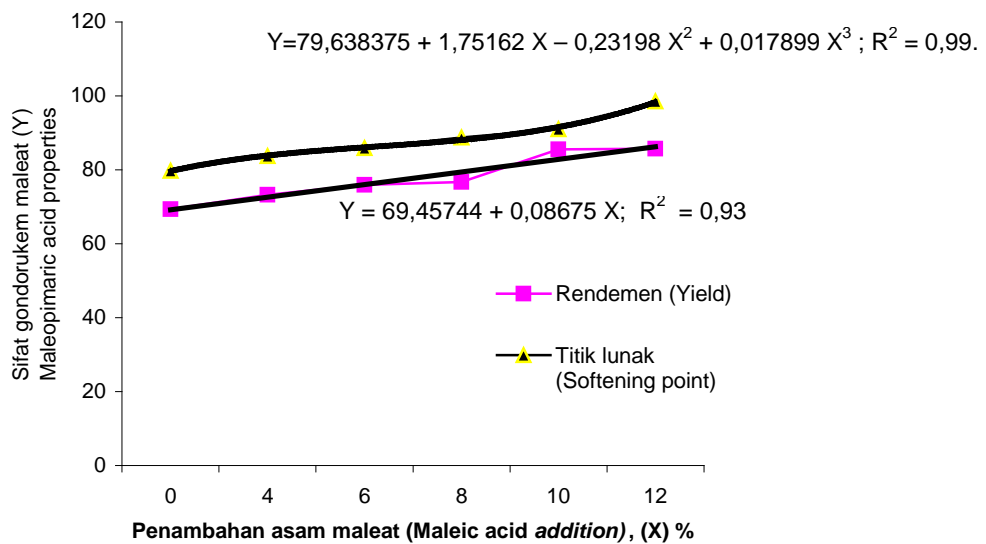
Rendemen gondorukem maleat yang dihasilkan berkisar 72–85%, hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil uji statistik (Lampiran 1) menunjukkan bahwa faktor persentase penambahan asam maleat pada proses pembuatan gondorukem maleat berpengaruh sangat nyata terhadap nilai rendemen produk gondorukem maleat yang dihasilkan. Hasil uji lanjutan Duncan (Lampiran 2) menunjukkan bahwa rendemen gondorukem modifikasi pada persentase penambahan asam maleat 12% dan 10% serta penambahan 8% dan 6% tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata (lebih tinggi) dengan persentase penambahan asam maleat 4% dan 0%. Sedangkan penambahan asam maleat 4% menghasilkan rendemen gondorukem maleat yang berbeda nyata (lebih tinggi) dari kontrol. Peningkatan penambahan persentase asam maleat cenderung meningkatkan rendemen yang dihasilkan.

Tabel 1. Rendemen dan sifat gondorukem maleat
Table 1. Maleopimaric acid yield and properties

Sifat (<i>Properties</i>)	Penambahan asam per100 gr getah pinus (<i>Acidic addition for every 100 grams of pine resin</i>)					
	0%	4%	6%	8%	10%	12%
Rendemen, % (<i>Yield</i>)	69.31	73.23	75.94	76.71	85.53	85.68
Warna (<i>Colour</i>)	WW	WW	WW	WW	WW	WW
Titik lunak, °C (<i>Softening point</i>)	79.75	83.75	85.87	88.75	91.00	98.50
Bil. Asam (<i>Acid number</i>)	154.26	191.33	198.30	209.48	210.49	217.70
Bil. Penyabunan (<i>Saponification number</i>)	162.92	192.54	209.36	220.14	233.60	245.04
Kadar kotoran, % (<i>Dirt content</i>)	0.0279	0.0438	0.0402	0.0522	0.0417	0.0604

Selanjutnya untuk melihat kecenderungan peningkatan penambahan persentase asam maleat terhadap rendemen gondorukem maleat dianalisis dengan prosedur polynomial orthogonal dalam paket komputer. Hasil analisis (Lampiran 3) menunjukkan bahwa antara persentase penambahan asam maleat (Y) dan rendemen gondorukem maleat (X) terdapat hubungan secara linear yang sangat nyata dan dinyatakan dalam persamaan $Y = 69.45744 + 0.08675 X$ dengan koefisien determinasi (R^2) 0.93. Dari persamaan ini dapat ditunjukkan bahwa peningkatan persentase penambahan asam akan meningkatkan gondorukem maleat yang dihasilkan (Gambar 1).



Gambar 1. Hubungan antara persentase penambahan asam maleat dengan rendemen dan titik lunak gondorukem maleat

Figure 1. Relationship of acidic addition with yield and softening point

B. Warna

Warna biasanya merupakan indikator yang cukup mewakili kualitas gondorukem (Anonim, 1995). Warna gondorukem sangat bervariasi dari kuning yang sangat pucat hingga merah gelap sampai hitam kemerah-merahan, tergantung

pada sumber getah dan metode pengolahannya, umumnya penampaknya transparan (Kirk – Othmer, 1972).

Produk gondorukem modifikasi yaitu gondorukem maleat yang dihasilkan dari penelitian ini, pada semua persentase perlakuan (4%, 6%, 8%, 10% dan 12%) memiliki warna yang relatif sama dengan control, yaitu berwarna kuning jernih, transparan dan bersih. Hasil ini dibandingkan dengan gondorukem telah diketahui kualitasnya menunjukkan kualitas WW. Hal ini diduga karena getah pinus yang digunakan adalah getah pinus dari hasil sadapan dengan metode bor, sehingga gondorukem yang dihasilkan jernih dan bersih. Selain itu mungkin juga disebabkan karena proses pengolahan (penyulingan) yang dilakukan cukup baik, yaitu suhu pengolahan yang tidak terlalu tinggi (di bawah 175°C), durasi waktu pengolahan (\pm 4 jam) dan penambahan air saat pengolahan yang dilakukan secara berangsur-angsur pada waktu yang tepat. Penambahan air secara bertahap dalam pengolahan gondorukem bertujuan untuk mempertahankan suhu pengolahan agar tidak terlalu tinggi dan suhu penguapan akan lebih rendah, sehingga diharapkan akan menghasilkan gondorukem yang berwarna lebih pucat. Selain itu, keberadaan glukosa, alkohol yang mirip dengan eter dan gula yang mudah teroksidasi dan akan memberikan warna yang lebih gelap pada gondorukem yang dihasilkan, akan larut oleh air yang ditambahkan selama pengolahan (Sumadiwangsa, *et al.*, 1977). Selanjutnya, dari segi warna apabila dibandingkan dengan gondorukem maleat yang dihasilkan Cina dan Amerika (Anonim, 2001^a; Anonim, 2001^b), ternyata gondorukem maleat yang dihasilkan penelitian ini lebih baik.

C. Titik Lunak

Seperti halnya warna, titik lunak juga merupakan salah satu indikator yang cukup mewakili kualitas gondorukem. Titik lunak gondorukem umumnya berkisar 70-80°C, makin tinggi titik lunaknya semakin baik kualitas gondorukem tersebut (Anonim, 1995). Titik lunak menunjukkan sifat khas gondorukem dan tingkat

dinyatakan dalam persamaan $Y = 79.638375 + 1.75162 X - 0.23198 X^2 + 0.017899 X^3$ dengan koefisien determinasi (R^2) 0.99 (Gambar 1).

D. Bilangan Asam

Gondorukem terdiri dari 80-90% senyawa asam yang dalam garis besar dapat dibedakan atas 2 kelompok, yaitu tipe abietat (asam abietat, asam levomarat, palustrat, neoabietat, dehidroabietat dan tetrahidro abietat) dan tipe pimarit (asam pimarit dan asam iso pimarit). Gondorukem yang berkualitas lebih baik biasanya memiliki bilangan asam berkisar 160 – 170 (Anonim, 1995).

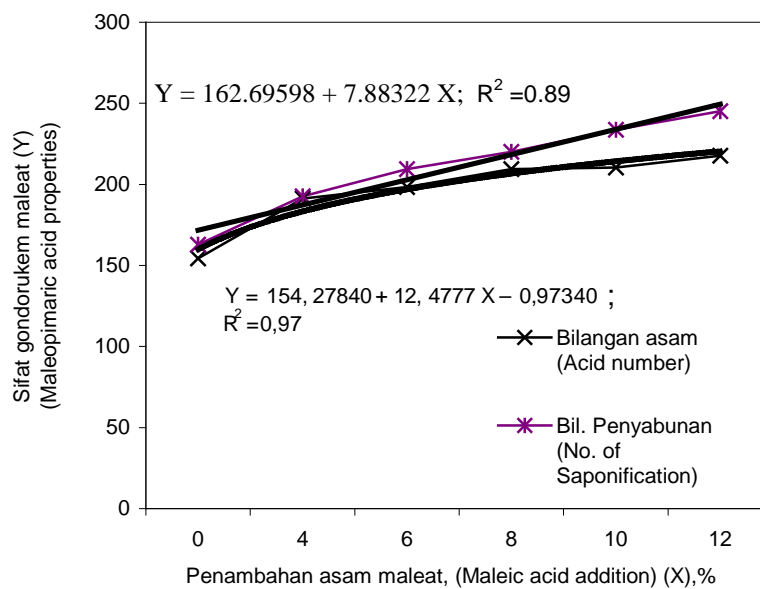
Bilangan asam adalah banyaknya mg KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam bebas dalam 1 gr gondorukem (Guenther, 1972). Bilangan asam ditentukan untuk mengetahui jumlah asam lemak bebas yang terkandung dalam bahan dan dipergunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan bahan yang disebabkan adanya proses hidrolisa. Bilangan asam yang terlalu rendah dari yang biasa untuk sesuatu jenis (rosin soap) dapat menandakan bahwa terlalu banyak kotoran atau banyak zat yang tidak berguna (Djatkiko, *et al.*, 1973).

Data yang diperoleh dari penelitian (Tabel 1) menunjukkan bahwa nilai bilangan asam gondorukem maleat yang dihasilkan meningkat seiring dengan peningkatan persentase penambahan asam maleat pada proses pembuatannya. Bilangan asam gondorukem maleat yang dihasilkan pada persentase penambahan asam maleat 4%, 6%, 8%, 10% dan 12% masing-masing adalah 191.33, 198.30, 209.48, 210.49 dan 217.70. Peningkatan nilai bilangan asam yang seiring dengan peningkatan persentase penambahan asam maleat ini diduga disebabkan makin banyak jumlah bahan yang bersifat asam yang ditambahkan ke dalam getah pinus, maka semakin asam pula sifat produk gondorukem modifikasi yang dihasilkan.

Produk gondorukem maleat yang dihasilkan dari penelitian ini mempunyai bilangan asam berkisar 191–217. Dibandingkan dengan kualitas gondorukem maleat produk Cina dan Amerika, gondorukem maleat yang dihasilkan dari penelitian ini (baik penambahan 4%, 6%, 8%, 10% maupun 12%) memenuhi spesifikasi kualitas

gondorukem maleat kelas ke dua baik yang dihasilkan Cina mau pun Amerika (Anonim, 2001^a; Anonim, 2001^b). Penambahan asam maleat dari 8% menghasilkan gondorukem maleat yang mempunyai bilangan asam yang memenuhi persyaratan kualitas pertama gondorukem maleat yang dihasilkan Amerika (Anonim, 2001^a).

Hasil uji statistik (Lampiran 1) menunjukkan bahwa persentase penambahan asam maleat yang digunakan berpengaruh sangat nyata terhadap bilangan asam produk gondorukem modifikasi yang dihasilkan. Hasil uji lanjutan Duncan menunjukkan bahwa bilangan asam gondorukem modifikasi dengan persentase penambahan asam 0% berbeda nyata lebih rendah dari penambahan asam 4% dan 6%, mau pun penambahan 8%, 10% dan 12%. Demikian pula penambahan asam maleat 4 dan 6 % berbeda nyata lebih rendah dari penambahan asam 8%, 10% dan 12%. Namun, diantara penambahan asam maleat 4% dan 6% serta penambahan asam maleat 8%, 10% dan 12% tidak berbeda nyata (Lampiran 2).



Gambar 2. Hubungan antara persentase penambahan asam maleat dengan bilangan asam dan bilangan penyabunan Gondorukem maleat

Figure 2. Relationship of acidic addition with acid and saponification number of maleopimaric acid

Selanjutnya untuk melihat kecenderungan peningkatan penambahan persentase asam maleat terhadap bilangan asam gondorukem maleat yang dihasilkan dianalisis secara statistik (Lampiran 3). Hasil analisis menunjukkan bahwa antara persentase penambahan asam maleat (Y) dan bilangan asam (X) gondorukem maleat terdapat hubungan secara kuadratik yang sangat nyata dan dinyatakan dalam persamaan $Y = 154.27840 + 12.4777 X - 0.97340 X^2$ dengan koefisien determinasi (R^2) 0.97 (Gambar 2).

E. Bilangan Penyabunan

Penambahan asam maleat dalam proses pembuatan gondorukem maleat ternyata memberikan nilai bilangan penyabunan yang semakin meningkat juga. Produk gondorukem maleat mempunyai bilangan penyabunan yang berkisar 192 – 245. Dilihat dari bilangan penyabunannya, gondorukem maleat yang dihasilkan dari penelitian ini (baik penambahan 4%, 6%, 8%, 10% maupun 12%) memenuhi spesifikasi kualitas gondorukem maleat kelas ke dua yang dihasilkan Cina.

Hasil uji statistik (Lampiran 1) menunjukkan bahwa persentase penambahan asam maleat yang digunakan berpengaruh sangat nyata terhadap bilangan penyabunan gondorukem maleat yang dihasilkan. Hasil uji lanjutan Duncan menunjukkan bahwa bilangan penyabunan gondorukem maleat dengan persentase penambahan asam 0% berbeda nyata lebih rendah dari penambahan asam 4% dan 6%, mau pun penambahan 8%, 10% dan 12%. Demikian pula penambahan asam maleat 4 dan 6 % berbeda nyata lebih rendah dari penambahan asam 8%, 10% dan 12 %. Namun, diantara penambahan asam maleat 4% dan 6 % serta penambahan asam maleat 8%, 10% dan 12 % tidak berbeda nyata (Lampiran 2).

Selanjutnya untuk melihat kecenderungan peningkatan penambahan persentase asam maleat terhadap bilangan penyabunan gondorukem maleat yang dihasilkan dianalisis secara statistik (Lampiran 3). Hasil analisis menunjukkan bahwa antara persentase penambahan asam maleat (Y) dan bilangan penyabunan

(X) gondorukem maleat terdapat hubungan secara linier yang sangat nyata dan dinyatakan dalam persamaan $Y = 162.69598 + 7.88322 X$ dengan koefisien determinasi (R^2) 0.89 (Gambar 2).

F. Kadar Kotoran

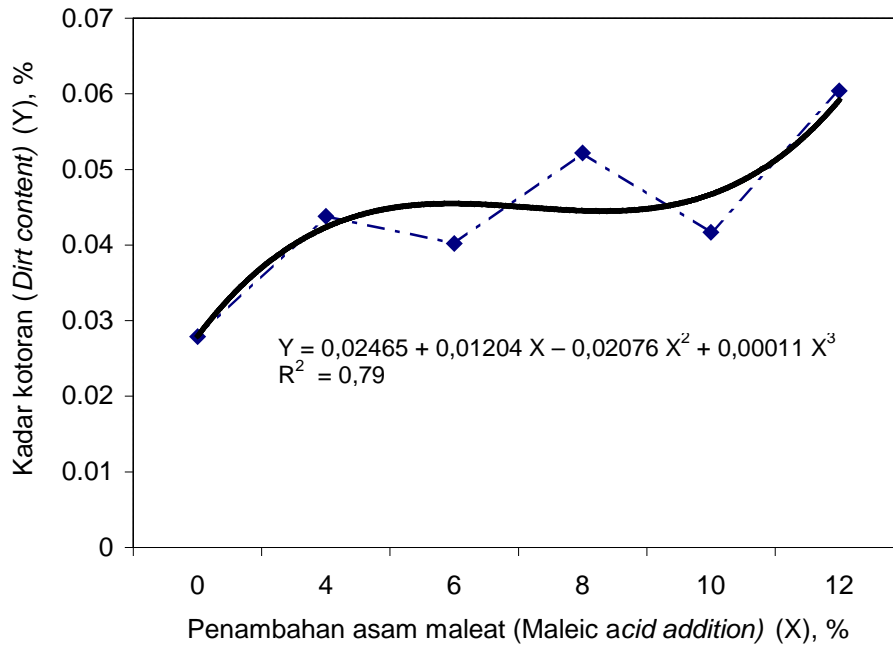
Menentukan kadar kotoran akan dapat diketahui tingkat penyaringan dan pengendapan kotoran yang telah dilakukan dalam proses pengolahan gondorukem. Makin kecil nilai kadar kotoran gondorukem berarti makin baik sistem pembuangan kotoran dalam proses pengolahannya. Makin kecil nilai kadar kotoran gondorukem makin jernih produk gondorukem yang dihasilkan (Djarmiko, *et al.*, 1973). Secara ideal gondorukem yang dikehendaki untuk berbagai macam industri adalah gondorukem yang bebas dari kotoran. Kotoran yang terkandung dalam gondorukem akan lebih jelas terlihat apabila gondorukem tersebut dilarutkan dalam alkohol 96% dimana kotoran akan mengendap (Djarmiko, *et al.*, 1973). Kotoran yang terdapat dalam gondorukem dapat diamati berupa noda-noda dan ini akan terlihat nantinya berupa noda-noda hitam pada kertas yang dihasilkan. .

Penelitian pembuatan gondorukem maleat menghasilkan nilai rata-rata kadar kotoran termasuk rendah yaitu di bawah 0.06% (Tabel 1). Kadar kotoran produk gondorukem kontrol dan maleat yang relatif rendah ini dikarenakan getah pinus yang digunakan sebagai bahan baku adalah getah pinus hasil penyadapan dengan metode bor, yang diduga getah pinus tersebut memiliki kotoran yang lebih sedikit dibandingkan getah hasil penyadapan dengan metode lainnya.

Berdasarkan data pada Tabel 1 tersebut dapat dilihat bahwa nilai kadar kotoran yang diberikan dari produk gondorukem maleat sangat bervariasi, artinya tidak menunjukkan kecenderungan semakin meningkat atau semakin menurun seiring dengan peningkatan persentase penambahan asam maleat yang diberikan dalam pembuatannya. Dapat dilihat juga bahwa kadar kotoran produk gondorukem maleat yang dihasilkan dari penelitian ini ternyata lebih tinggi dari

pada produk gondorukem kontrol yaitu 0.028%. Diduga kadar kotoran yang terdapat dalam gondorukem maleat lebih tinggi karena kotoran tersebut terbawa dalam asam yang ditambahkan. Namun demikian produk gondorukem maleat yang dihasilkan dari penelitian ini ternyata masih memenuhi spesifikasi kualitas pertama gondorukem maleat yang dihasilkan Cina, yaitu dengan kadar kotoran 0.06 (max).

Hasil uji statistik (Lampiran 1) menunjukkan bahwa penambahan asam maleat dalam proses pembuatan gondorukem modifikasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar kotoran produk gondorukem modifikasi yang dihasilkan. Hasil uji lanjutan Duncan menunjukkan bahwa kadar kotoran gondorukem maleat diantara penambahan asam 12% dan 10%, serta penambahan asam 4%, 6%, dan 8% tidak berbeda nyata, namun diantara kedua kelompok tersebut dan kontrol berbeda nyata lebih rendah Hasil uji statistik (Lampiran 1) menunjukkan bahwa persentase penambahan asam maleat yang digunakan berpengaruh sangat nyata terhadap bilangan asam produk gondorukem modifikasi yang dihasilkan. Hasil uji lanjutan Duncan menunjukkan bahwa bilangan asam gondorukem modifikasi dengan persentase penambahan asam 0% berbeda nyata lebih rendah dari penambahan asam 4% dan 6%, mau pun penambahan 8%, 10% dan 12%. Demikian pula penambahan asam maleat 4% dan 6% berbeda nyata lebih rendah dari penambahan asam 8%, 10% dan 12%. Namun, diantara penambahan asam maleat 4% dan 6% serta penambahan asam maleat 8%, 10% dan 12% tidak berbeda nyata (Lampiran 2).



Gambar 3. Hubungan antara persentase penambahan asam maleat dan kadar kotoran Gondorukem maleat

Figure 3. Relationship between acidic addition and dirt content of maleopimaric acid

Selanjutnya untuk melihat kecenderungan peningkatan penambahan persentase asam maleat terhadap kadar kotoran gondorukem maleat yang dihasilkan dianalisis secara statistik (Lampiran 3). Hasil analisis menunjukkan bahwa antara persentase penambahan asam maleat (Y) dan kadar kotoran (X) gondorukem maleat terdapat hubungan secara kubik yang sangat nyata dan dinyatakan dalam persamaan $Y = 0.02465 + 0.01204 X - 0.02076 X^2 + 0.00011 X^3$ dengan koefisien determinasi (R^2) 0.79 (Gambar 3).

IV. KESIMPULAN

1. Penelitian pembuatan gondorukem maleat yang dilakukan dengan penambahan asam maleat pada persentase 4%, 6%, 8%, 10% dan 12% langsung pada getah pinus ternyata menghasilkan gondorukem maleat yang memiliki warna lebih baik dibanding warna gondorukem maleat produksi Amerika dan Cina, yaitu kualitas WW. Perlakuan ini dapat memperbaiki beberapa sifat yaitu, warna, titik lunak, bilangan asam dan bilangan penyabunan gondorukem maleat yang dihasilkan.
2. Nilai rendemen yang dihasilkan dari proses pengolahan getah pinus menjadi gondorukem maleat berkisar 72–86%, titik lunak berkisar 83–99°C. Hasil ini sesuai dengan yang diharapkan yaitu semakin tinggi nilai titik lunak maka semakin baik kualitas gondorukem maleat tersebut. Penambahan asam maleat dari 6% dapat menghasilkan gondorukem maleat yang setara dengan kualitas kelas dua gondorukem maleat yang dihasilkan Cina dan Amerika. Penambahan asam maleat 12% dalam pembuatan gondorukem maleat menghasilkan kualitas pertama setara dengan yang dihasilkan dari Amerika.
3. Berdasarkan nilai bilangan asam dan bilangan penyabunan, gondorukem maleat yang dihasilkan memenuhi persyaratan kualitas kedua dari gondorukem maleat produksi Cina, sedangkan berdasarkan kadar kotorannya termasuk dalam kualitas pertama.
4. Penambahan asam maleat (X) dalam pengolahan getah dengan rendemen dan sifat fisiko-kimia (Y) gondorukem maleat mempunyai hubungan yang sangat nyata yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:
 - a. Rendemen : $Y = 69.45744 + 0.08675 X$; $R^2 = 0.93$.
 - b. Titik lunak: $Y = 79.638375 + 1.75162 X - 0.23198 X^2 + 0.017899 X^3$; $R^2 = 0.99$
 - c. Bil. asam: $Y = 154.27840 + 12.4777 X - 0.97340 X^2$; $R^2 = 0.97$
 - d. Bil. penyabunan: $Y = 162.69598 + 7.88322 X$; $R^2 = 0.89$
 - e. Kadar kotoran: $Y = 0.02465 + 0.01204 X - 0.02076 X^2 + 0.00011 X^3$; $R^2 = 0.79$

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1985. SAS/STAT User's guide. Version 6. Fourt Edition. Volume I. SAS Institute. Inc. Cary, NC, USA.
- Anonim. 1972. Pengujian sifat fisiko-kimia gondorukem. ASTM: No. 4.
- Anonim. 1995. Report of intenational expert consultation on non wood forest products. Yogyakarta, 17-27 January 1995.
- Anonim. 2001^a. <http://www.resinal.com>. Specification for US modified rosin. Diakses pada 9 Januari 2001.
- Anonim. 2001^b. <http://www.wtci.org/tradeleads/oindequi.htm#rosin>. Specification for china modified rosin. Diakses pada 9 Januari 2001.
- Djatismiko, B., Sumadiwangsa, S. dan S. Ketaren. 1973. Pengolahan dan pengawasan kualitas gondorukem dan terpentin. Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan No. 9. Bogor.
- Djatismiko, B., Sumadiwangsa, S. dan S. Ketaren. 1973. Pengujian kualitas gondorukem. Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan No.10. Bogor.
- Guenther, E. 1972. The Essential Oils. Volume II. D Von Norstrand Company. New York.
- Kirk-Othmer. 1972. Radioactive drugs and tracers to semiconductors. Encyclopedia of chemical technology, Vol. 12 dan 17.
- Shen Zhaobang. 1995. Production and standards for chemical non wood forest products in China. Ocasional Paper No. 6. CIFOR.
- Silitonga, T., E. S. Sumadiwangsa, dan S. Nayasaputra. 1973. Pengolahan dan pengawasan kualitas gondorukem dan terpentin. Laporan LPHH No. 9, Bogor.
- Wiyono, B. 2002. Pengaruh konsentrasi asam dalam pembuatan gondorukem maleat terhadap rendemen dan sifat fisiko-kimianya. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 20 (3): 207-215.

Lampiran 1. Sidik ragam Rendemen dan sifat fisiko-kimia Gondorukem maleat
Appendix 1. Analysis of variance for yield and physico-chemical properties of maleo-pimaric rosin

Sifat (<i>Properties</i>)	Kuadrat tengah perlakuan (<i>Treatment means squares</i>)	Kuadrat tengah sisa (<i>Residual means square</i>)	F hitung (<i>F calculation</i>)
Rendemen, % (<i>Yield</i>)	87,769	0,618	141.96**
Titik lunak, oC (<i>Softening point</i>)	84,17	0,297	283,53**
Bilangan asam (<i>Acid number</i>)	1066.730	20.787	51.32 **
Bilangan penyabunan (<i>Saponification number</i>)	1268.34	132.25	9.59**
Kadar kotoran (<i>Dirt content</i>)	0.00026833	0.00002500	10.73**

Keterangan (*Remarks*): * Nyata (*Significance*), $P < 0,05$

** Sangat nyata (*Highly significance*), $P < 0,01$

Lampiran 2. Uji Duncan sifat fisiko kimia gondorukem maleat
Appendix 2. Duncan test on physico-chemical properties of maleopimaric rosin

Sifat (<i>Properties</i>)	Nilai rata-rata setiap konsentrasi asam maleat anhidrat, % (<i>Means value of maleic acid concentration</i>)					
	0	4	6	8	10	12
Rendemen, % (<i>Yield</i>)	69,31	73,22	<u>75,93</u>	<u>76,70</u>	<u>85,53</u>	<u>85,68</u>
Titik lunak (<i>Softening point</i>)	79,75	83,75	85,87	88,750	97,00	95,50
Bilangan asam (<i>Acid number</i>)	154,25	<u>191,33</u>	<u>198,29</u>	<u>210,98</u>	<u>210,49</u>	<u>217,700</u>
Bilangan penyabunan (<i>Saponification number</i>)	162,92	<u>192,54</u>	<u>209,37</u>	220,14	<u>224,60</u>	<u>230,05</u>
Kadar kotoran (<i>Dirt content</i>)	0,025	<u>0,045</u>	<u>0,045</u>	0,050	<u>0,040</u>	0,060

Keterangan (*Remark*): Nilai yang diberi garis sama tidak berbeda nyata
(Values with the same underlines are not significantly different from each other)

Appendix 3. Analisis polinomial sifat fisiko kimia gondorukem maleat
Appendix 3. Polynomial analysis for physico-chemical properties of maleo-pimaric rosin

Sifat (<i>Properties</i>)	F-hitung (<i>F-calculation</i>)		
	Linier (<i>Linear</i>)	Kwadratik (<i>Quadratic</i>)	Kubik (<i>Cubic</i>)
Rendemen, % (<i>yield</i>)	97,72**	1,74*	0,33
Titik lunak (<i>Softening point</i>)	389,09**	21,78**	6,78
Bilangan asam (<i>Acid number</i>)	225.58**	22.05**	0.95
Bilangan penyabunan (<i>Saponification number</i>)	59.18**	2.87	0.11
Kadar kotoran (<i>Dirt content</i>)	10.66**	6.94*	6.32*

Keterangan: (*Remarks*) * Nyata (*Significance*), $P < 0.05$

** Sangat nyata (*Highly significance*), $P < 0,01$